

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

3700 4/2/01 0420 3/14/01

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as "First Class Mail, postage pre-paid on March 13, 2001 and is addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, DC 20231



*Theodore Gottlieb* 3729  
Theodore Gottlieb

THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

3158/FLK

-----X  
In re Application of: Hisamitsu SHIZUNO, et al.

Serial No.: 09/784,999

Group Art Unit: Unassigned

Filing Date: February 15, 2001

Examiner: Unassigned

For: Multilayer Displacement Element and  
Method for Manufacturing Same  
-----X

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, DC 20231

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

Submitted herewith is the Priority Document, of this application, namely Japanese Patent Application No. 2000-037540, filed on February 16, 2000.

Respectfully submitted,

*Theodore Gottlieb*  
Theodore Gottlieb  
Registration No. 42,597

DATE: March 13, 2001  
ROSENMAN & COLIN LLP  
575 Madison Avenue  
New York, NY 10022-2585  
(212) 940-8564

RECEIVED  
APR 11 2001  
TC 3700 MAIL ROOM



This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application:

Application Number:

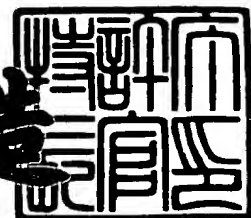
**Applicant (s):**

太陽誘電株式会社

2001年 2月 2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

# 造耕川及



出証番号 出証特2001-3004241

【書類名】 特許願

【整理番号】 P110221-21

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01G 4/12

【発明者】

【住所又は居所】 東京都台東区上野 6 丁目 1 6 番 2 0 号 太陽誘電株式会社  
社内

【氏名】 静野 寿光

【発明者】

【住所又は居所】 東京都台東区上野 6 丁目 1 6 番 2 0 号 太陽誘電株式会社  
社内

【氏名】 茶園 広一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都台東区上野 6 丁目 1 6 番 2 0 号 太陽誘電株式会社  
社内

【氏名】 岸 弘志

【特許出願人】

【識別番号】 000204284

【氏名又は名称】 太陽誘電株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090402

【弁理士】

【氏名又は名称】 窪田 法明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007559

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

特 2 0 0 0 - 0 3 7 5 4 0

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710702

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 積層変位素子とその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のセラミック層と複数の内部電極とを積層してなり、該セラミック層はチタン酸バリウムを主成分とするセラミック粒子からなることを特徴とする積層変位素子。

【請求項 2】 前記セラミック粒子が 3. 5  $\mu$  m 以上の平均粒径を有していることを特徴とする請求項 1 に記載の積層変位素子。

【請求項 3】 前記セラミック層一層中に一のセラミック粒子で形成されている一層一粒子の部分の割合が二次元的に断面で観察したときに 1 0 % 以上であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の積層変位素子。

【請求項 4】 前記内部電極が N i 粉末を主成分とする導電性ペーストを焼結させたものからなることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の積層変位素子。

【請求項 5】 チタン酸バリウムを主成分とする電歪特性を有するセラミック粉末からなるセラミックグリーンシートと、導電性ペーストからなる内部電極パターンを積層して積層体を形成する積層体形成工程と、該積層体形成工程で得られた積層体を焼成する焼成工程とを備え、該焼成工程の焼成温度が 1 0 0 0 ～ 1 4 0 0  $^{\circ}$ C、焼成時間が 0. 5 ～ 2 0 時間であることを特徴とする積層変位素子の製造方法。

【請求項 6】 前記セラミックグリーンシートが 9  $\mu$  m 以下の厚さを有していることを特徴とする請求項 5 に記載の積層変位素子の製造方法。

【請求項 7】 前記内部電極パターンが N i 粉末を主成分とする導電性ペーストからなることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の積層変位素子の製造方法。

。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

この発明は、内部電極間の電界強度を変化させて該内部電極間のセラミック層

を積層方向に伸縮させ、この伸縮を微小位置決め装置の駆動手段として利用できるようにした積層変位素子に関する。

#### 【 0 0 0 2 】

##### 【従来の技術】

図 1 は積層変位素子の説明図である。積層変位素子は、同図に示すように、チップ状の素体 1 0 と、素体 1 0 の両端部に形成された一对の外部電極 1 2, 1 2 とを備え、素体 1 0 はセラミック層 1 4 と内部電極 1 6 とが交互に多数層、一体的に積層したものからなる。内部電極 1 6 のうち、隣り合う内部電極 1 6 はセラミック層 1 4 を介して対向し、別々の外部電極 1 2, 1 2 と電氣的に接続されている。

#### 【 0 0 0 3 】

セラミック層 1 4 は、例えばチタン酸ジルコン酸鉛のような電歪特性の大きいセラミック材料を主成分とするものからなり、内部電極 1 6 は例えば A g - P d 粉末のような貴金属材料を主成分とする導電性ペーストを焼結させたものからなる。

#### 【 0 0 0 4 】

この積層変位素子は例えば次のようにして製造される。まず、チタン酸ジルコン酸鉛等を主成分とするセラミック粉末に、有機バインダー及び有機溶媒を混ぜてスラリーを作り、このスラリーをドクターブレード法で膜状に成形してセラミックグリーンシートを作る。

#### 【 0 0 0 5 】

次に、このセラミックグリーンシートの片面に、A g - P d 粉末を主成分とする導電性ペーストで内部電極パターンを印刷する。そして、このセラミックグリーンシートを複数枚、積層・圧着させて積層体を形成し、この積層体を内部電極パターン毎に格子状に裁断し、チップ状の積層体を得る。そして、このチップ状の積層体を加熱して脱バインダーした後、1 2 0 0 ~ 1 3 0 0 ℃程度の高温で焼成し、最後に外部電極を焼き付ける。

#### 【 0 0 0 6 】

積層変位素子は、電界誘起歪みが大きく、且つ高速応答性を有するという優れ

た特性から、プリンターヘッド、ポジショナー、リレー、ハードディスク、半導体露光装置、流体制御弁等の微小位置決め装置ないし駆動源として利用されつつある。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、従来の積層変位素子では、セラミック層の材料としてチタン酸ジルコン酸鉛というPbを多く含む化合物が使われているので、製造現場における労働環境を悪化させたり、積層変位素子を有する電子機器を廃棄したときに自然環境をPbで汚染する虞があるという問題があった。

【 0 0 0 8 】

この発明は、環境を汚染する虞のあるPbを含まず、変位量ができるだけ大きい化合物をセラミック層に用いた積層変位素子を提供することを目的とする。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る積層変位素子は、複数のセラミック層と複数の内部電極とを積層してなり、該セラミック層はチタン酸バリウムを主成分とするセラミック粒子からなるものである。

【 0 0 1 0 】

ここで、前記セラミック粒子は3.5  $\mu\text{m}$ 以上の平均粒径を有しているのが好ましい。セラミック粒子の平均粒径が3.5  $\mu\text{m}$ 未満では所望の変位量が得られないからである。

【 0 0 1 1 】

また、前記セラミック層一層中に一のセラミック粒子で形成されている一層一粒子の部分の割合は二次元的に断面で観察したときに10%以上、より好ましくは30%以上有るのが良い。10%未満では所望の変位量が得られないからである。

【 0 0 1 2 】

一層一粒子の部分の割合は次のようにして求める。すなわち、積層変位素子を内部電極に直角な面で切断し、この面について、セラミック層を形成しているセ



ラミック粒子の粒径を測定し、その平均粒径を算出し、内部電極に対して垂直な線を平均粒径の間隔で引き、一粒子がかかっている線の本数を全部の線に対する割合で求める。

## 【 0 0 1 3 】

また、前記セラミック層はB特性の誘電体材料、F特性の誘電体材料のいずれで形成してもよい。また、前記内部電極はNi粉末を主成分とする導電性ペーストを焼成したものとするができるが、Pt, Pd, Ag-Pdその他、内部電極に普通に使用されている金属材料を使用してもよい。

## 【 0 0 1 4 】

また、この発明に係る積層変位素子の製造方法は、チタン酸バリウムを主成分とする電歪特性を有するセラミック粉末からなるセラミックグリーンシートと、導電性ペーストからなる内部電極パターンを積層して積層体を形成する積層体形成工程と、該積層体形成工程で得られた積層体を焼成する焼成工程とを備え、該焼成工程の焼成温度が1000～1400℃、焼成時間が0.5～20時間であるものである。

## 【 0 0 1 5 】

また、前記セラミックグリーンシートの厚さは9μm以下とするのが好ましい。また、焼成工程の焼成温度を1000～1400℃、焼成時間を0.5～20時間としたのは、1400℃-0.5時間又は1000℃-20時間未満では所望の粒径が得られず、1400℃-20時間を超えても生成される粒径がセラミック層の厚さ以上には大きくなりからである。

## 【 0 0 1 6 】

また、前記セラミック層はB特性の誘電体材料、F特性の誘電体材料のいずれで形成してもよい。前記内部電極パターンはNi粉末を主成分とする導電性ペーストにより形成することができるが、Pt, Pd, Ag-Pdその他、内部電極に普通に使用されている金属材料を使用してもよい。

## 【 0 0 1 7 】

## 【実施例】

まず、チタン酸バリウムを主成分とするセラミック粉末を秤量し、これに有機

バインダ及び水を加え、ボールミルで十分に湿式混合し、スラリーを得た。ここで、チタン酸バリウムを主成分とするセラミック粉末としては、F特性の誘電体磁器組成物及びB特性の誘電体磁器組成物の原料を使用した。

## 【 0 0 1 8 】

そして、このスラリーを脱泡した後、ドクターブレード法で厚さ  $9\ \mu\text{m}$  のセラミックグリーンシートを形成した。そして、このセラミックグリーンシートにNi粉末を主成分とする導電性ペーストを用いて内部電極パターンを印刷した。

## 【 0 0 1 9 】

次に、内部電極パターンを印刷したこのセラミックグリーンシートを10枚、積層し、更にその上下に内部電極パターンを印刷していないセラミックグリーンシートを積層し、積層方向に圧力を加えて全体を圧着させて積層体を得た。そして、この積層体を導電パターン毎に格子状に裁断し、チップ状の積層体を得た。

## 【 0 0 2 0 】

次に、このチップ状の積層体を、まず、空気中において  $600^{\circ}\text{C}$  まで昇温させ、含有されている有機バインダを燃焼除去させ、続いて、 $2.0$  体積%の  $\text{H}_2$  を含む窒素ガスからなる非酸化性雰囲気に変え、 $1200\sim 1300^{\circ}\text{C}$  まで昇温させ、その温度で  $1\sim 5$  時間保持した。

## 【 0 0 2 1 】

その後、 $600^{\circ}\text{C}$  まで降温させ、 $200\ \text{ppm}$  の酸素を含む窒素ガス雰囲気に変え、この温度で1時間熱処理し、セラミック層を再酸化させ、その後、常温まで冷却した。なお、セラミック層を形成しているセラミック粒子の粒径は焼成温度と保持時間とにより調節した。

## 【 0 0 2 2 】

次に、上記焼成を経たチップ状の積層体の両端部に外部電極を焼き付け、積層変位素子を形成した。そして、恒温槽で  $20^{\circ}\text{C}$  に保ち、DC  $100\ \text{V}$  を印加して積層方向の変位量を測定した。結果は表1に示す通りであった。

## 【 0 0 2 3 】

また、得られた積層変位素子を内部電極と直交する面で研削し、研削面を鏡面研磨した後、熱エッチングし、このエッチング面をSEMにより  $2000$  倍で撮

影したところ、試料N o. 3のセラミック粒子の粒径状態は図2に示す通りであり、試料N o. 1のセラミック粒子の粒径状態は図3に示す通りであった。

## 【0024】

なお、図2はこの発明に係る積層変位素子のセラミック層を形成しているセラミック粒子の粒径状態を示す説明図、図3は比較例に係る積層変位素子のセラミック層を形成しているセラミック粒子の粒径状態を示す説明図である。これらの図において、内部電極16に挟まれたセラミック層14は多数のセラミック粒子18により形成されている。

## 【0025】

そして、試料N o. 1～5について、内部電極に対し平行に直径法を用いて、200個の粒子の粒径を測定し、その平均値を求めた。結果は表1に示す通りであった。

## 【0026】

次に、上記顕微鏡写真に線を、内部電極に直角に、上記で求めた粒径（平均値）の間隔で100本描き、その線上に1個の粒子しかないところ（一層一粒子）の数を数え、全ての線、すなわち100本の線に対するこの数の割合を、一層一粒子の占める割合として求めた。結果は表1に示す通りであった。

## 【0027】

【表1】

試料番号	セラミック粒子の 平均粒径 $\mu\text{m}$	一層一粒子の割合 %	変位量 $\mu\text{m}$	特 性
1	3.0	15	3	F
2	3.5	20	5	F
3	4.0	25	7	F
4	4.0	25	7	B
5	5.0	30	10	F
6	7.0	40	10	F

## 【0028】

表1に示す結果から、セラミック層を形成しているセラミック粒子について、

一層一粒子になっている部分の割合を多くすることにより、電歪による変位量を大きくすることができ、積層変位素子の変位量を大きくすることができることがわかる。また、セラミック層を形成しているセラミック粒子の成分組成を問わないことが分かる。

【 0 0 2 9 】

【発明の効果】

この発明は、積層変位素子のセラミック層の材料として、P b を多く含むものを使用せず、チタン酸バリウムを主成分とするものを使用しているので、積層変位素子の製造現場における労働環境を悪化させたり、自然環境を P b で汚染させる虞がないという効果がある。

【 0 0 3 0 】

また、この発明は、セラミック層一層中に一のセラミック粒子で形成されている一層一粒子の部分の割合を二次元的に断面で観察したときに 1 0 % 以上としたので、所望の変位量を有する小型の積層変位素子を得ることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

積層変位素子の説明図である。

【図 2】

この発明に係る積層変位素子のセラミック層を形成しているセラミック粒子の粒径状態を示す説明図である。

【図 3】

比較例に係る積層変位素子のセラミック層を形成しているセラミック粒子の粒径状態を示す説明図である。

【符号の説明】

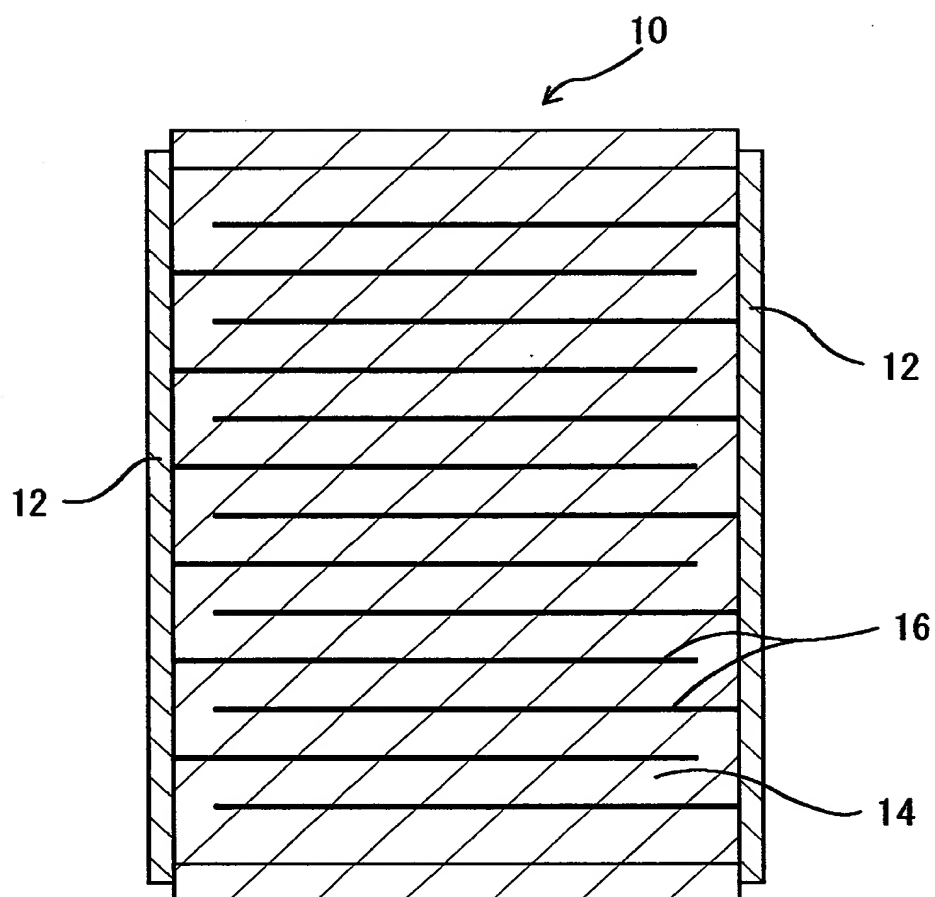
- 1 0 素体
- 1 2 外部電極
- 1 4 セラミック層
- 1 6 内部電極

1 8 セラミック粒子

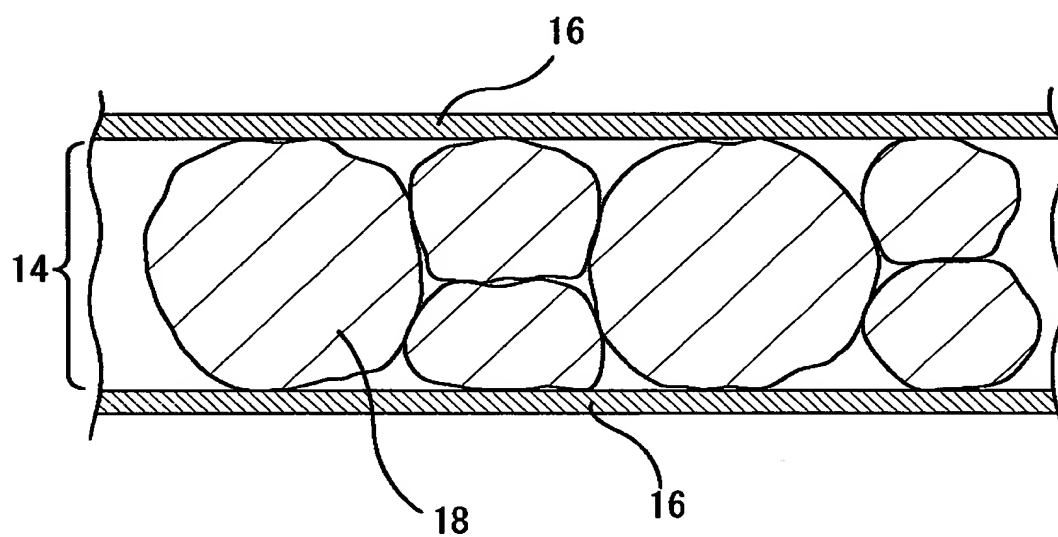
【書類名】

図面

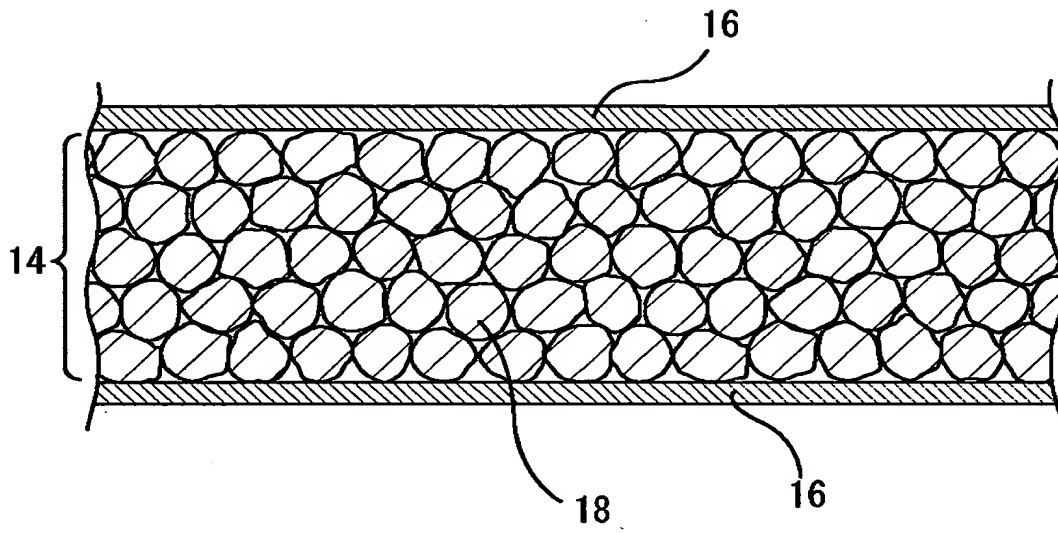
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来の積層変位素子では、セラミック層の材料としてPbを多く含む化合物が使われているので、製造現場における労働環境を悪化させたり、積層変位素子を有する電子機器を廃棄したときに自然環境をPbで汚染する虞があるという問題があった。

【解決手段】 この発明に係る積層変位素子は、複数のセラミック層と複数の内部電極とを積層してなり、該セラミック層はチタン酸バリウムを主成分とするセラミック粒子からなる。ここで、前記セラミック粒子は平均粒径3.5  $\mu$ m以上のものが好ましく、また、セラミック層一層中に一のセラミック粒子で形成されている部分の割合が二次元的に断面で観察したときに10%以上が好ましい。

【選択図】 図2



特2000-037540

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-037540
受付番号	50000171517
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成12年 2月17日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 2月16日
-------	-------------

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000204284]

1. 変更年月日 1990年 8月24日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都台東区上野6丁目16番20号  
氏 名 太陽誘電株式会社
2. 変更年月日 2000年 3月17日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都台東区上野6丁目16番20号  
氏 名 太陽誘電株式会社